

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



Rec'd PCT/PTO

09 FEB 2005



(43) 国際公開日
2004 年 2 月 26 日 (26.02.2004)

PCT

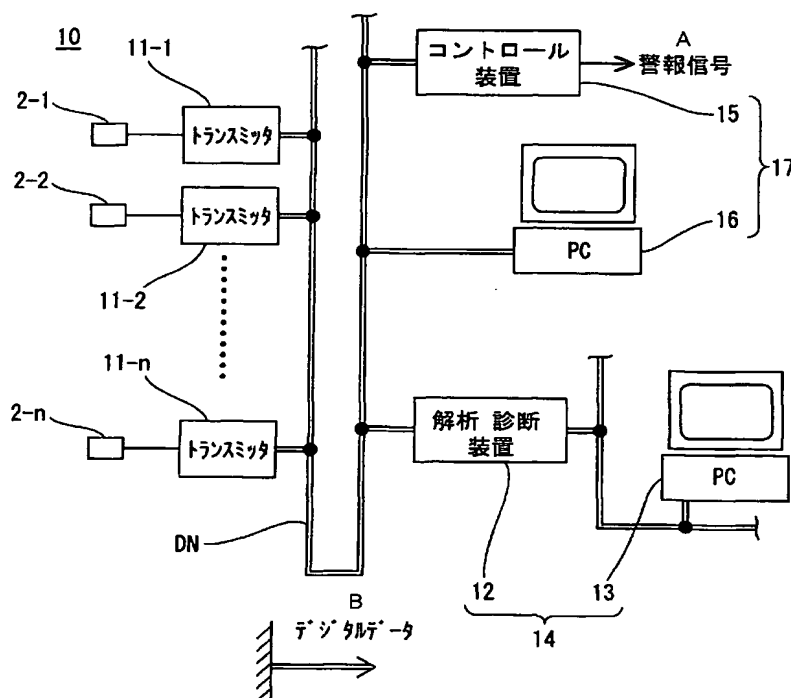
(10) 国際公開番号
WO 2004/017033 A1

- (51) 国際特許分類: G01H 17/00, G01M 19/00 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2002/008230 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 坊田 信吾 (BODA, Shingo) [JP/JP]; 〒102-0083 東京都千代田区麹町4丁目3-3 新麹町ビル3階 新川センサテクノロジー株式会社内 Tokyo (JP). 前田 浩幸 (MAEDA, Hiroyuki) [JP/JP]; 〒102-0083 東京都千代田区麹町4丁目3-3 新麹町ビル3階 新川センサテクノロジー株式会社内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2002 年 8 月 12 日 (12.08.2002)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 新川センサテクノロジー株式会社 (SHINKAWA SENSOR TECHNOLOGY, INC.) [JP/JP]; 〒102-0083 東京都千代田区麹町4丁目3-3 新麹町ビル3階 Tokyo (JP). (74) 代理人: 大和田 和美 (OWADA, Kazumi); 〒530-0003 大阪府北区堂島1丁目6番20号 堂島アバンザ4階 Osaka (JP).
(81) 指定国 (国内): CN, JP, KR, US.

[続葉有]

(54) Title: VIBRATION INFORMATION TRANSMISSION APPARATUS AND VIBRATION MONITORING/ANALYZING SYSTEM

(54) 発明の名称: 振動情報送信装置および振動監視解析システム



11-1... TRANSMITTER
11-2... TRANSMITTER
11-n... TRANSMITTER

15... CONTROL APPARATUS
A... WARNING SIGNAL
12... ANALYSIS/DIAGNOSIS APPARATUS
B... DIGITAL DATA

(57) Abstract: A vibration information transmission apparatus for improving efficiency of field wiring of a vibration monitoring/analyzing system includes transmitters (11-1 to n) for converting vibration information from vibration sensors (2-1 to n) for detecting vibration of an object to be measured, into an electric signal and outputting the electric signal to a digital network (DN). The transmitters (11-1 to n) includes in the same casing, a transducer circuit (18) for converting the vibration information from the vibration sensors (2-1 to n) into an analog electric signal, an A/D conversion circuit (19) for converting the analog electric signal from the transducer circuit (18) into a digital signal, and a network interface (20) for outputting the digital signal from the A/D conversion circuit (19) to the digital network (DN).

(57) 要約: 振動監視解析システムのフィールドワイヤリングを効率化するもので、被測定物の振動を検出する振動センサー2-1~nからの振動情報をデジタル電気信号へ変換すると共にデジタルネットワークDNへと出力するトランスミッタ11-1~nを設け、トランスミッタ

11-1~nは、振動センサー2-1~nからの振動情報

[続葉有]

WO 2004/017033 A1



(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SK, TR).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

をアナログ電気信号へと変換するトランスデューサ回路18と、該トランスデューサ回路18からのアナログ電気信号をデジタル信号へと変換するA/D変換回路19と、該A/D変換回路19からのデジタル信号をデジタルネットワークDNへと出力するためのネットワークインターフェース20とを同一筐体内に備えている。

明 細 書

振動情報送信装置および振動監視解析システム

5 技術分野

本発明は振動情報送信装置および振動監視解析システムに関し、詳しくは、発電機、モータ、タービン、ファン、ポンプ等の回転機械の振動を解析するシステムでのフィールド（現場）の配線作業を低減するものである。

10

背景技術

図6に示すように、従来提供されている回転機械の振動監視解析システム1は、回転機械の軸受部などに設置された複数の振動センサー2-1~nと、各振動センサー2-1~nからの振動情報であるセンサー出力信号を振動値に比例するアナログ電気信号へと変換するトランスデューサ3-1~nと、各トランスデューサ3-1~nからのアナログ電気信号を表示すると共に異常振動の監視・警報を行う振動モニター4と、該振動モニター4からのアナログ電気信号より振動の解析診断を行い、かつ、A/D変換回路を有する解析診断装置5と、解析診断装置5の解析診断結果を表示するパーソナルコンピュータ6とを備えている。

上記各機器の配線方法は、振動センサー2-1~nとトランスデューサ3-1~nとの間は複数本のアナログ電線AW1を用いてそれぞれ個別に接続し、トランスデューサ3-1~nと振動モニター4との間も複数本のアナログ電線AW2を用いてそれぞれ個別に接続し、振動モニター4と解析診断装置5との間も複数本のアナログ電線AW3を用いてそれぞれ個別に接続していると共に、解析診断装置5とパーソナルコンピ

25

ュータ 6 との間はデジタルネットワーク D N を介して接続されている。

そして、上記した振動監視解析システム 1 により振動解析診断を行う際には、回転機械のロータが 1 回転する間に振動センサー 2 - 1 ~ n より得られる振動情報を解析診断装置 5 によりトランジェント解析や F F T 解析を行って振動発生原因を解析・診断している。

しかしながら、上記振動監視解析システム 1 によれば、振動センサー 2 - 1 ~ n とトランスデューサ 3 - 1 ~ n の間と、トランスデューサ 3 - 1 ~ n と振動モニター 4 の間と、振動モニター 4 と解析診断装置 5 の間とをアナログ式の信号伝送を行っているため、個別のアナログ電線 A W 1、A W 2、A W 3 で結線する必要があり、振動測定を行う測定点（
10 n 個）が多い場合には、各電線 A W 1、A W 2、A W 3 が測定点と同数必要であるため、電線本数および配線作業が増大してしまう問題があった。

また、電線本数が増大することで、フィールド（現場）でのワイヤリングが煩雑となると共に、メンテナンスコストが増大する問題もある。
15

本発明は、上記した問題に鑑みてなされたものであり、回転機械の振動監視解析システムのフィールドワイヤリングを効率化することを課題としている。

20 発明の開示

本発明は、被測定物の振動を検出する振動センサーからの振動情報をデジタルネットワークへ出力する装置としてトランスミッタを設け、

上記トランスミッタは、上記振動センサーからの振動情報をアナログ電気信号へと変換するトランスデューサ回路と、該トランスデューサ回路からのアナログ電気信号をデジタル信号へ変換する A / D 変換回路と
25 、該 A / D 変換回路からのデジタル信号を上記デジタルネットワークへ

と出力するためのネットワークインターフェースとを同一筐体内に備えていることを特徴とする振動情報送信装置を提供している。

上記構成とすると、トランスデューサ機能とA/D変換機能とを回路化して上記ネットワークインターフェースと共に同一筐体内に一体収容した上記トランスミッタを設けているので、トランスデューサやA/D変換器などを独立した機器で組み合わせた場合に比べてワイヤリングが低減され、ワイヤリングコストの低減および配線作業性を向上することができる。

また、トランスデューサ回路とA/D変換回路とネットワークインターフェースとを上記トランスミッタとして一体化しているので、システムを小型化することができ、フィールド（現場）での省スペース化を図ることができる。

上記トランスミッタは、上記トランスデューサ回路からのアナログ電気信号の振幅値を読み取って異常振動を検出するオーバーオール振動検波回路を上記A/D変換回路と並列で設け、上記ネットワークインターフェースに出力している。

上記構成とすると、従来の振動モニターで行っていた振幅値の読取による異常振動の検出をトランスミッタで行うことができ、システムの簡素化が促進される。

また、本発明は、上記記載の振動情報送信装置から送信される振動データを上記デジタルネットワークを介して解析診断手段あるいは／および異常振動の監視・警報を行う振動監視手段に送信している振動監視解析システムを提供している。

上記のように、上記解析診断手段をデジタルネットワーク上に接続する構成とすることで、解析診断手段への配線を1本化することができると共に、解析診断手段の配置自由度も高めることができる。なお、上記

振動発生原因の解析・診断は、上記トランスミッタより送信される時系列のサンプリングデータをFFT解析により周波数分析して行っている。

また、上記振動監視手段をデジタルネットワーク上に接続する構成と
5 することで、振動監視手段への配線を1本化とすることができると共に、振動監視手段の配置自由度も高めることができる。

複数の上記振動センサーに対して複数の上記トランスミッタを1対1
で独立して接続し、振動センサー→トランスデューサ回路→A/D変換
回路→ネットワークインターフェースと繋がる回路をそれぞれ独立させ
10 ることで、各振動センサーごとに時間的な同期のとれた計測を行うことができる。

つまり、例えば、複数の振動センサーからの信号をそれぞれ独立した
回路で処理せずに、マルチプレクサを用いて多重化した状態で1つのA
/D変換やネットワークインターフェースに接続すると、上記マルチプ
15 レクサで各振動センサーの信号をスイッチして多重化するので、各振動
センサーの信号の計測スタートの同期をとることができないが、本発明
では、各トランスミッタが各振動センサーに対して独立しているので、
トランスミッタ間で同期のとれた計測を行うことができる。

なお、同期計測のトリガー信号は、上記トランスミッタに接続された
20 デジタルネットワークを介して行うことができる。

上記被測定物となる回転機械の回転位相の基準位置で発せられる同期
トリガー信号発生手段を備え、上記トランスミッタには該同期トリガー
信号発生手段からの同期トリガー信号の入力部を備えている。

このように、同期計測のトリガー信号を、回転機械の回転位相の基準
25 位置と一致させて送信することで、回転機械の回転にも同期した計測が
可能となり、振動の位相解析を行うことができる。

図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の実施形態にかかる振動監視解析システムの全体構成図である。第 2 図は、トランスミッタの構成図である。第 3 図は、回転機械へのセンサーの配置状態を示す概略図である。第 4 図は、同期計測の概念図である。第 5 図は、比較例を示し (A) は構成図、(B) は計測タイミングの概念図である。第 6 図は、従来の振動監視解析システムの構成図である。

10 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施形態にかかるを図面を参照して説明する。

実施形態の振動監視解析システム 10 は、図 1 に示すように、診断対象である回転機械に設置された n 個の振動センサー $2-1 \sim n$ と、振動センサー $2-1 \sim n$ に対して 1 対 1 で個別に接続された n 個のトランスミッタ $11-1 \sim n$ と、 n 個のトランスミッタ $11-1 \sim n$ を夫々接続したデジタルネットワーク (フィールドバス) DN と、デジタルネットワーク DN に接続された解析診断手段 14 と、デジタルネットワーク DN に接続された振動監視手段 17 とを備えている。

回転機械 30 は、図 3 に示すように、回転軸 32 にロータ 31 を間隔をあけて備えており、ロータ 31 の軸受部分に振動センサー $2-1 \sim n$ を設置していると共に、同期トリガー信号発生手段となるセンサー 40 をロータ 31 の表面に設置している。

なお、振動センサー $2-1 \sim n$ およびセンサー 40 は渦電流式の非接触変位センサーを用いており、同様に速度センサー、加速度センサーを用いることも可能である。ロータ 31 の円周表面の一部にはロータ 31 の回転位相の 0° 位置となるマーカー 31a を設け、ロータ 31 の回転

によりマーカ 31a がセンサー 40 直下を通過するごとに同期トリガー信号を発生するようにしている。

トランスミッタ 11-1 ~ n は、図 2 に示すように、同一筐体内に、振動センサー 2-1 ~ n からの振動情報であるセンサー出力信号を振動
5 値と比例するアナログ電気信号へと変換するトランスデューサ回路 18 と、トランスデューサ回路 18 からのアナログ電気信号をデジタル信号へ変換する A/D 変換回路 19 と、A/D 変換回路 19 からのデジタル信号をデジタルネットワーク DN へと出力するためのネットワークインターフェース 20 と、A/D 変換回路 19 と並列に設けた異常振動を検
10 出するオーバーオール振動検波回路 21 とを備えており、また、A/D 変換回路 19 にはセンサー 40 からの同期トリガー信号の入力部 22 を設けている。

解析診断手段 14 は、中央制御ルーム等に配置され、デジタルネットワーク DN に接続された解析診断装置 12 と、該解析診断装置 12 の出力側に接続されたパーソナルコンピュータ 13 とで構成されている。
15

解析診断装置 12 は、必要に応じて時系列のサンプリングデータをトランスミッタ 11-1 ~ n に要求して FFT 解析による周波数分析を行い、その結果をパーソナルコンピュータ 13 に出力し、該パーソナルコンピュータ 13 に予めインストールされたビューソフトウェアで、上記
20 周波数分析結果から抽出される回転機械の回転数成分 (f_n) や、特徴的な周波数成分 (高周波、低周波、 $2f_n$ 、 $f_n/2$ 、危険速度 f_c 等) により異常原因を解析診断している。

振動監視手段 17 は、フィールド (現場) に配置され、コントロール装置 15 とパーソナルコンピュータ 16 とをそれぞれ個別にデジタルネットワーク DN に接続して構成されている。
25

コントロール装置 15 は、トランスミッタ 11-1 ~ n のオーバーオ

ール振動検波回路 21 で P-P 値 (Peak-to-Peak Value) の読取により検出した振動値 (オーバーオール振幅値) をリアルタイムでデータ受信し、異常振動に対する警報アラームと回転機械を緊急停止させる警報信号とを出力する。

- 5 パーソナルコンピュータ 16 は、トランスミッタ 11-1 ~ n からの振動データを受信し、予めインストールされたモニタリングソフトウェアで、従来の振動モニターと同様の指示計と表示を行う。

上記構成とすると、トランスミッタ 11-1 ~ n は、トランスデューサ回路 18 と A/D 変換回路 19 とネットワークインターフェース 20
10 とを同一筐体内に一体收容しているので、ワイヤリングコストの低減および配線作業性を向上することができると共に、小型化が図られフィールド (現場) での省スペース化も図ることができる。

また、解析診断装置 12、コントロール装置 15、パーソナルコンピュータ 16 をデジタルネットワーク (フィールドバス) DN を介して接続する構成としているので、夫々の装置 12、15、16 は個別にデジタルネットワーク DN 上の任意の位置に接続可能となり、配置自由度を
15 高めることができると共に、夫々の装置 12、15、16 への配線も 1 本とすることができる。

さらに、図 2 に示すように、n 個の振動センサー 2-1 ~ n に対して
20 n 個のトランスミッタ 11-1 ~ n を 1 対 1 で個別に接続し、振動センサー 2-1 ~ n → トランスデューサ回路 18 → A/D 変換回路 19 → ネットワークインターフェース 20 と繋がる回路をそれぞれ独立させているので、図 4 に示すように、各振動センサー 2-1 ~ n ごとに独立状態で連続した信号処理が可能で、センサー 40 からの同期トリガー信号を
25 サンプリング・スタートとして時間的に同期のとれた計測 (サンプリング) を行うことができる。

詳しくは、システムのデジタル化を図る際に、図5（A）の比較例の図面に示すように、複数の振動センサー2-1～nおよびトランスデューサ3-1～nからのアナログ信号をマルチプレクサ7で多重化して1つのA/D変換器8およびネットワークインタフェース9に送信する構成としてしまった場合には、図5（B）に示すように、各振動センサー2-1～nからの信号をマルチプレクサ7でスイッチして多重化することより、各振動センサー2-1～nの信号の計測（サンプリング）のタイミングに時間 Δt のズレが生じ、それぞれの計測スタートの同期をとることができない。

10 しかし、本発明では、上述したように、各トランスミッタ11-1～nが各振動センサー2-1～nに対して独立して接続しているので、各トランスミッタ11-1～n間で同期のとれた計測を行うことができる。

そして、センサー40が回転機械30のロータ31のマーカー31a
15 と一致した際に発せられる同期トリガー信号は、ロータ31の回転位相の0°位置と対応しているので、ロータ31の回転位相の0°位置をサンプリング・スタートとした同期計測ができ、回転機械30の振動位相計測が可能となる。

なお、同期計測のトリガー信号は、トランスミッタ11-1～nに接続されたデジタルネットワークDNを介して送信してもよく、その場合には、同期用信号線も不要とすることができる。

また、トランスミッタ11-1～n内部にトランスデューサ回路18からのアナログ電気信号のピーク値を読み取って異常振動を検出するオーバーオール振動検波回路21を設けることで、従来は振動モニターで
25 行っていた振幅値の読み取りによる異常振動の検出機能をトランスミッタ11-1～nに吸収することができ、システムの簡素化を図ることが

できる。

産業上の利用可能性

上記した説明より明らかなように、本発明によれば、トランスデューサ回路とA/D変換回路とネットワークインターフェースを同一筐体内に一体收容した上記トランスミッタを設けているので、ワイヤリングコストの低減および配線作業性を向上することができると共に、小型化が図られフィールド（現場）での省スペース化を図ることができる。

また、上記解析診断手段および上記振動監視手段をデジタルネットワーク上に接続する構成とすることで、解析診断手段および振動監視手段への配線を1本化することができると共に、解析診断手段および振動監視手段の配置自由度も高めることができる。

さらに、複数の上記振動センサーに対して複数の上記トランスミッタを1対1で個別に接続し、振動センサー→トランスデューサ回路→A/D変換回路→ネットワークインターフェースと繋がる回路をそれぞれ独立させることで、各振動センサーごとに時間的な同期のとれた計測を行うことができる。

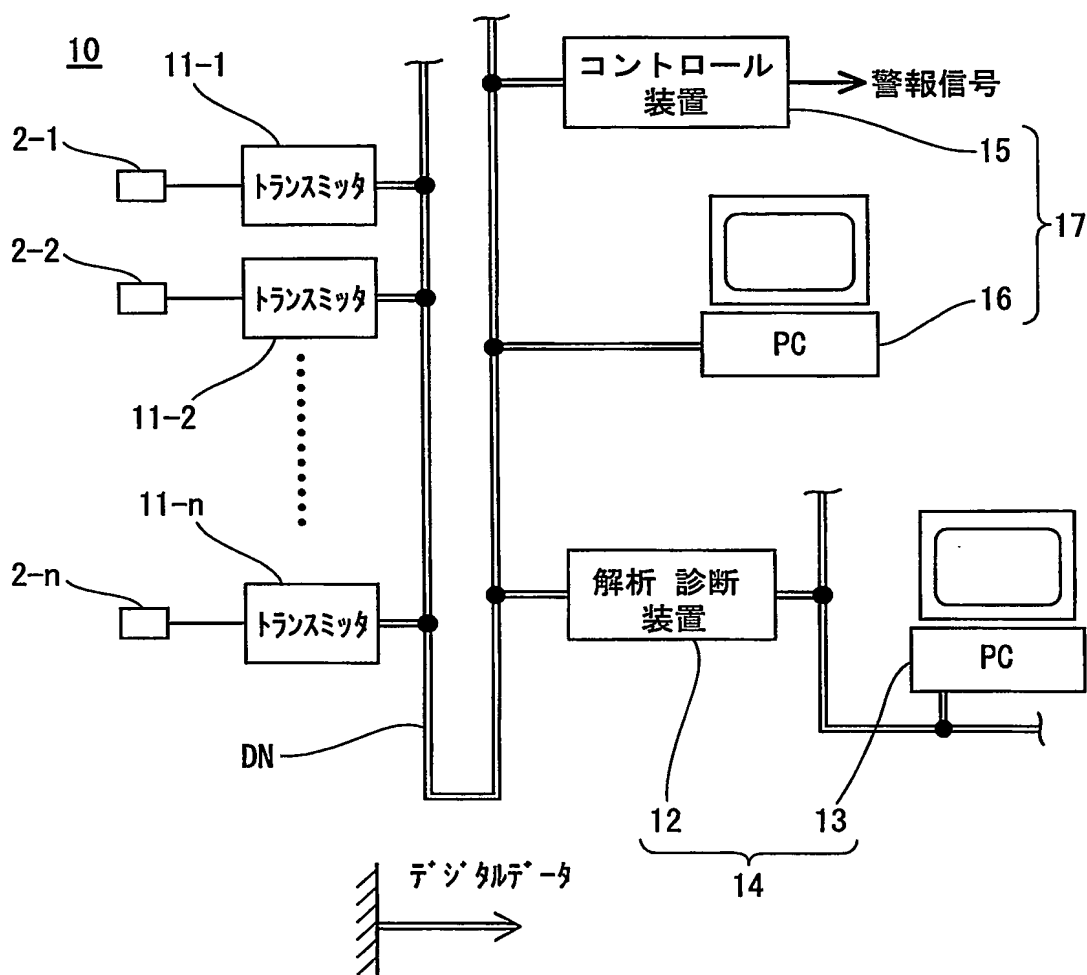
また、上記トランスミッタ内部に上記トランスデューサ回路からのアナログ電気信号の振幅値を読み取って異常振動を検出するオーバーオール振動検波回路を設けることで、従来は振動モニターで行っていた振幅値の読取による異常振動の検出機能をトランスミッタに吸収することができ、システムの簡素化が促進される。

請 求 の 範 囲

1. 被測定物の振動を検出する振動センサーからの振動情報をデジタルネットワークへ出力する装置としてトランスミッタを設け、
- 5 上記トランスミッタは、上記振動センサーからの振動情報をアナログ電気信号へと変換するトランスデューサ回路と、該トランスデューサ回路からのアナログ電気信号をデジタル信号へ変換するA/D変換回路と、該A/D変換回路からのデジタル信号を上記デジタルネットワークへと出力するためのネットワークインターフェースとを同一筐体内に備えていることを特徴とする振動情報送信装置。
- 10 2. 上記トランスミッタは、上記トランスデューサ回路からのアナログ電気信号の振幅値を読み取って異常振動を検出するオーバーオール振動検波回路を上記A/D変換回路と並列で設け、上記ネットワークインターフェースに出力している請求項1に記載の振動情報送信装置。
- 15 3. 請求項1に記載の振動情報送信装置から送信される振動データを上記デジタルネットワークを介して解析診断手段あるいは／および異常振動の監視・警報を行う振動監視手段に送信している振動監視解析システム。
4. 複数の上記振動センサーに対して複数の上記トランスミッタを1対
- 20 1で独立して接続している請求項3に記載の振動監視解析システム。
5. 上記被測定物となる回転機械の回転位相の基準位置で発せられる同期トリガー信号発生手段を備え、上記トランスミッタには該同期トリガー信号発生手段からの同期トリガー信号の入力部を備えている請求項3に記載の振動監視解析システム。

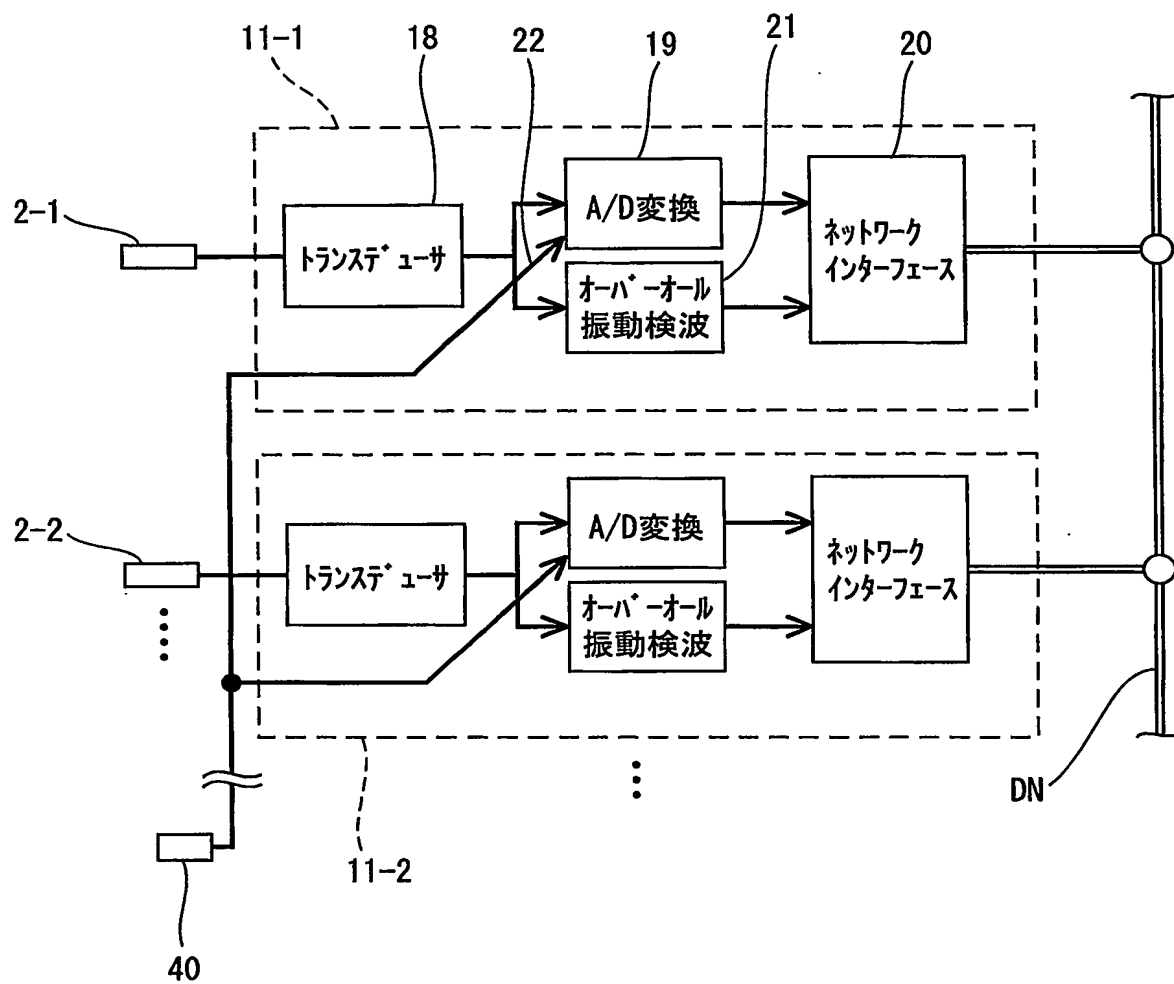
1/6

第 1 図



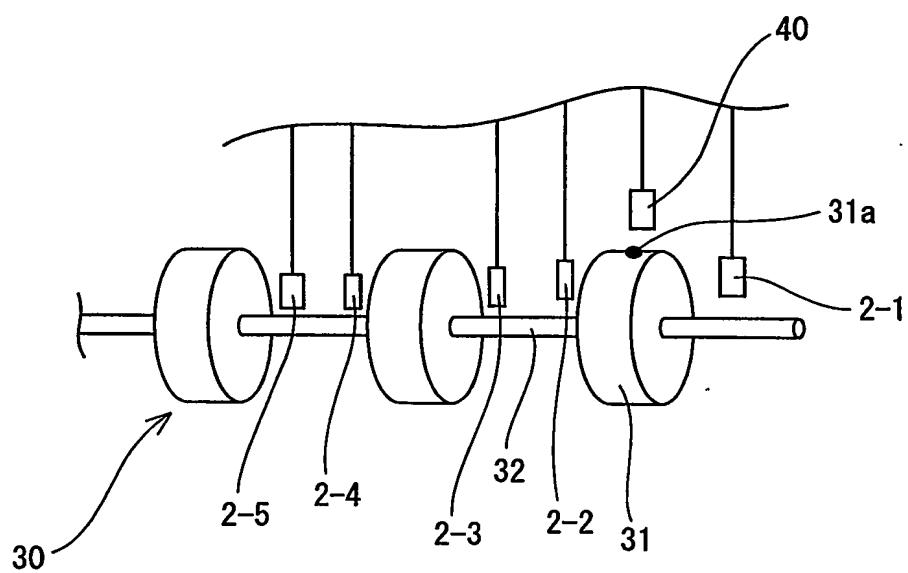
2/6

第 2 図



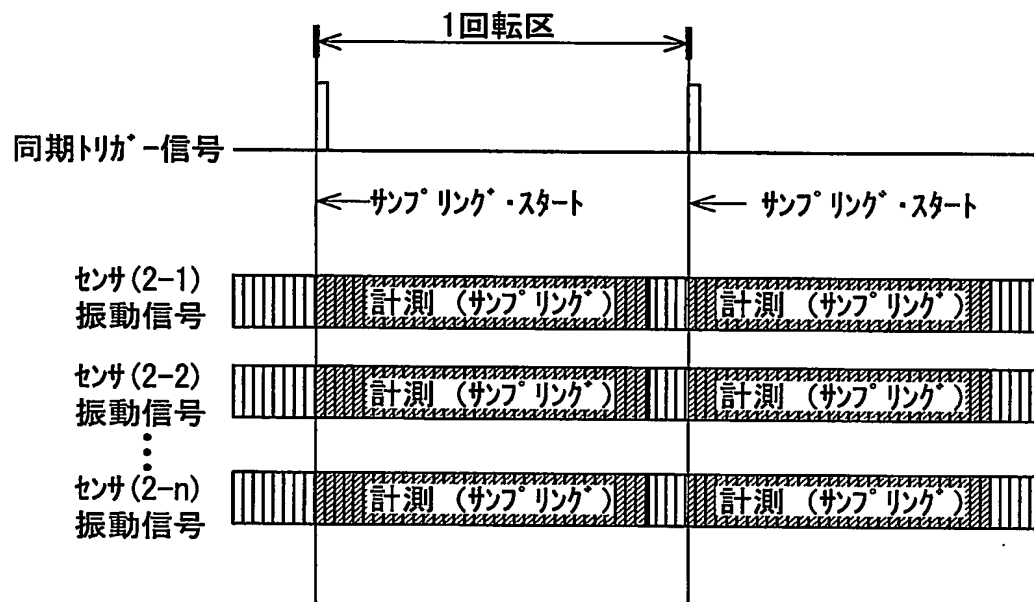
3/6

第 3 図



4/6

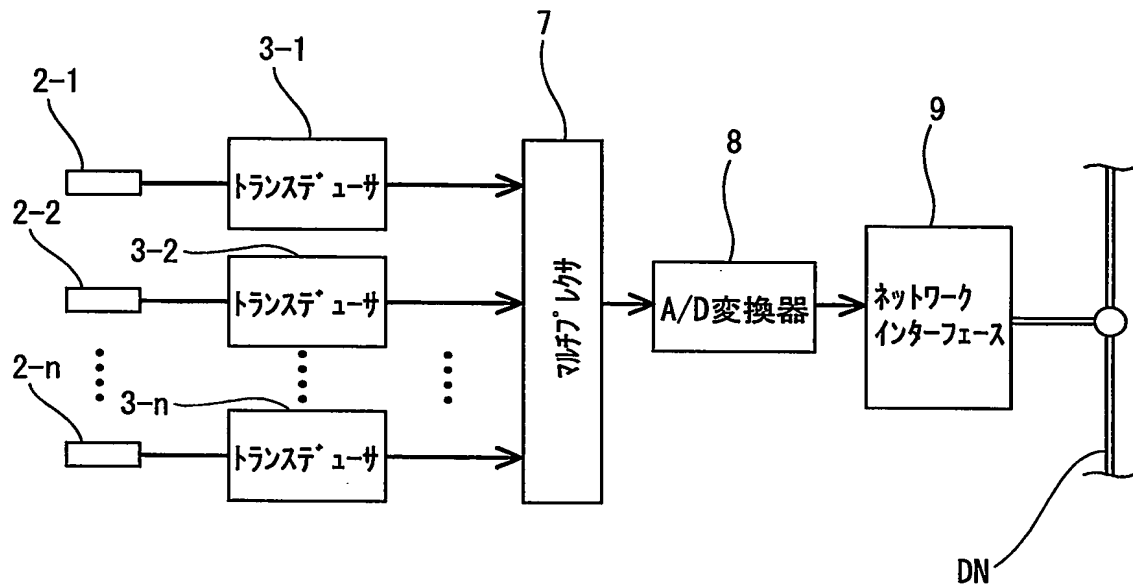
第 4 図



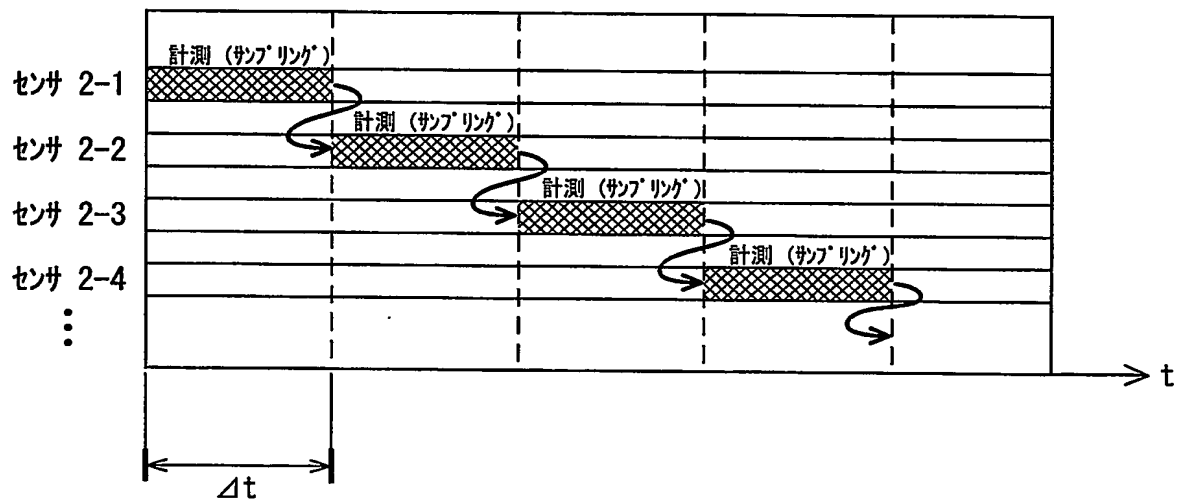
5/6

第 5 図

(A)

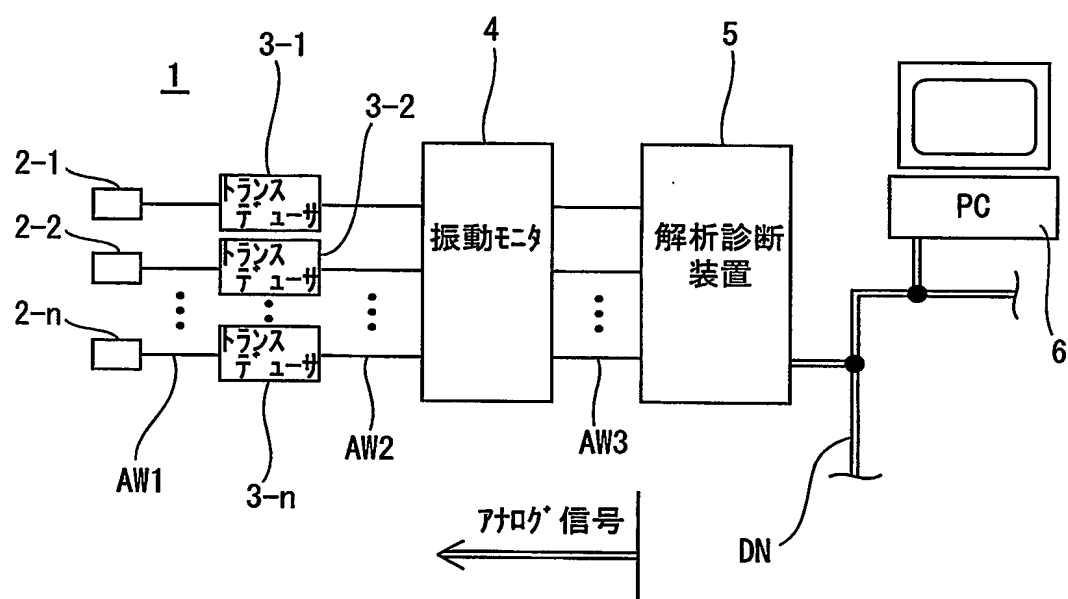


(B)



6/6

第 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP02/08230

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01H7/00, G01M19/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01H7/00, G01M19/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2002 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 00/29270 A (Stn Atlas Elektoronik GmbH), 25 May, 2000 (25.05.00), Full description Full description & DE 19852220 A & EP 1129002 A & JP 2002-529756 A	1-4 5

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T"

later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y"

document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 September, 2002 (11.09.02)

Date of mailing of the international search report
01 October, 2002 (01.10.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G01H17/00 G01M19/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ G01H17/00 G01M19/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2002年
日本国登録実用新案公報	1994-2002年
日本国実用新案登録公報	1996-2002年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

1

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	WO 00/29270 A (STN ATLAS ELEKTORONIK GMBH) 2000.05.25 明細書全体 明細書全体 & DE 19852220 A & EP 1129002 A & JP 2002-529756 A	1-4 5

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.09.02

国際調査報告の発送日

01.10.02

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

郡山 順

2J

8502

電話番号 03-3581-1101 内線 3250